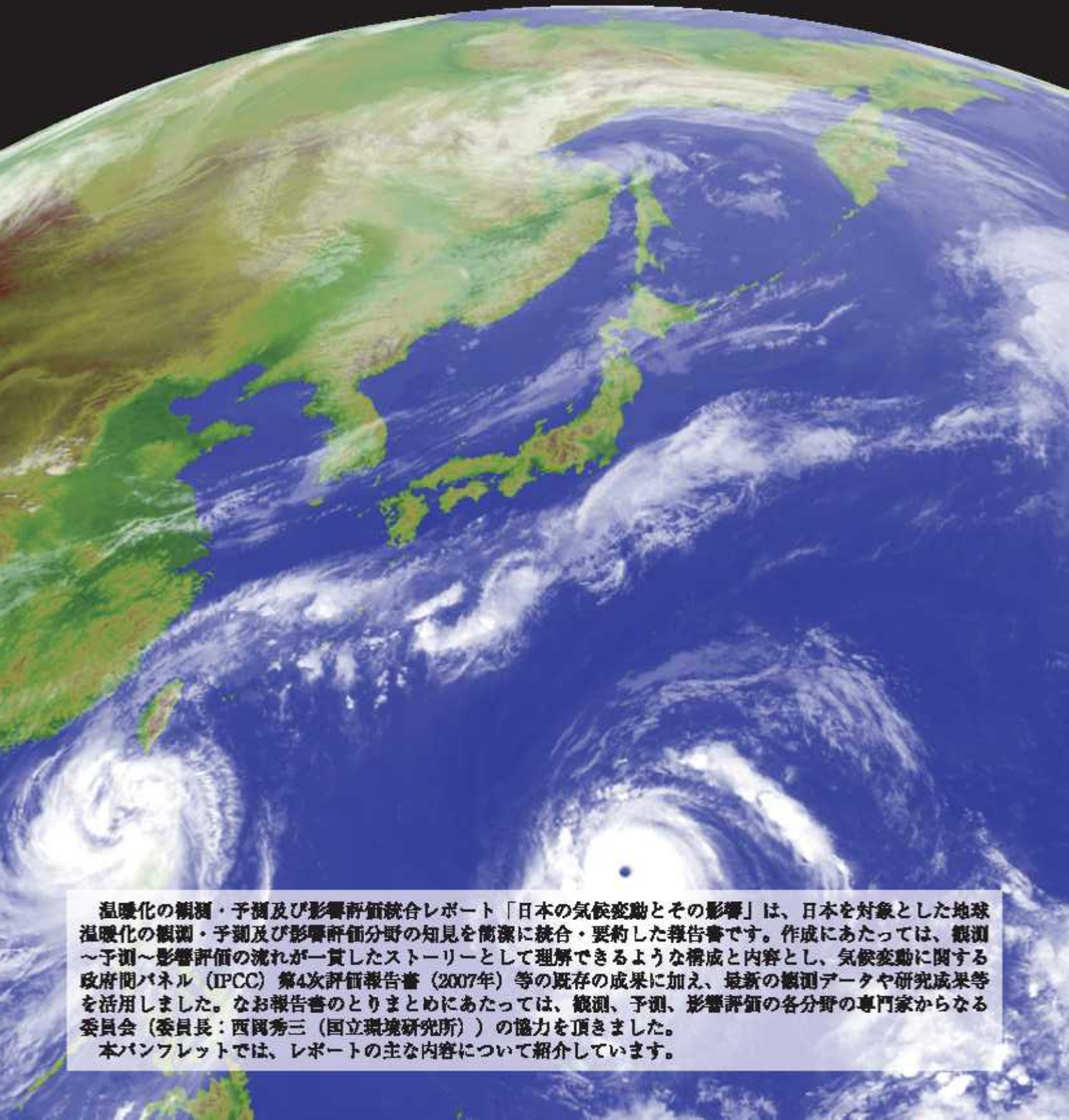


温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート 「日本の気候変動とその影響」

Climate Change and Its Impacts in Japan



温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」は、日本を対象とした地球温暖化の観測・予測及び影響評価分野の知見を簡潔に統合・要約した報告書です。作成にあたっては、観測～予測～影響評価の流れが一貫したストーリーとして理解できるような構成と内容とし、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書（2007年）等の既存の成果に加え、最新の観測データや研究成果等を活用しました。なお報告書のとりまとめにあたっては、観測、予測、影響評価の各分野の専門家からなる委員会（委員長：西岡秀三（国立環境研究所））の協力を頂きました。

本パンフレットでは、レポートの主な内容について紹介しています。

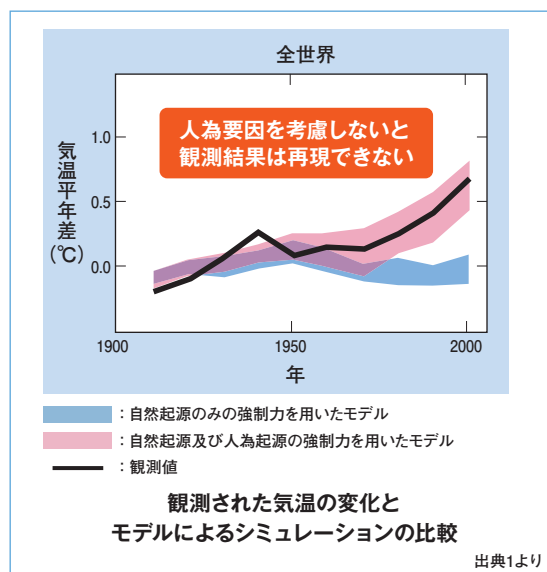
I 気候変動のメカニズムと人為起源要因の寄与

20世紀後半の温暖化は人間活動が主因

IPCC第4次評価報告書(AR4)は、20世紀後半の世界平均気温上昇の主要因は、人為起源の温室効果ガスの増加である可能性が非常に高いと結論づけています。

その根拠となった気候変動予測モデルを用いたシミュレーションは、地球大気の流れ、温度、気圧、水蒸気等の要素の空間分布や時間変動の特性といった現実の気候変動を概ね再現しています。AR4ではこのような信頼性のある複数のモデルを用いて、不確実性の幅を確認しながら温暖化の原因を評価した結果、人為的な温室効果ガスの増加を考慮しないと、実際の観測結果を再現できないことを示しました。

なお、現在の科学的知識ではまだ明らかになっていない要素が、気候変動に影響を及ぼしている可能性は否定できませんが、例えば、太陽活動の影響やその変動にともなう宇宙線の影響など、仮説として指摘があったいくつかの可能性については、気候変動への影響は小さいと考えられる証拠が増えています。

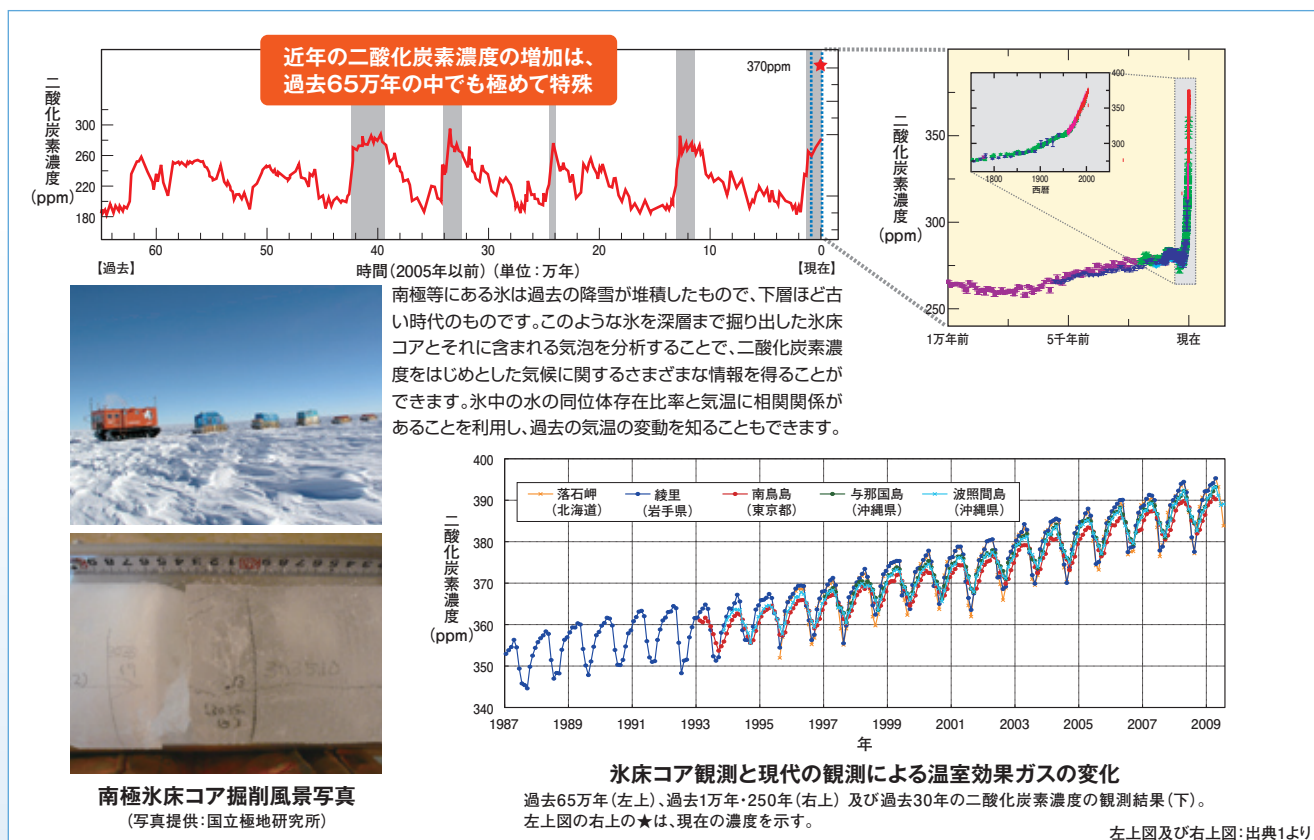


より長い時間スケールの変動と近年の特殊性

地球では、過去にも二酸化炭素濃度や気温の変動がありました。現在の二酸化炭素濃度は過去65万年のどの時代の濃度よりもはるかに高く、極めて特殊なものとなっています。現在のこの極めて高い二酸化炭素濃度は、人間が化石燃料を燃やして二酸化炭素を大気中に放出した結果です。

産業革命以降では、20世紀半ばまでの約200年で二酸化炭素濃度は50ppm増加しました。その後、濃度上昇は加速し、わずか30年でさらに50ppm増加しました。濃度の上昇速度はその後さらに増加し、2007年までの過去10年間の濃度上昇率は1年あたり2ppmとなっています。

日本国内の二酸化炭素濃度も、世界の他の地域と同様、過去わずか20年の間に約40ppmも上昇しています。



II これまでに観測された気候変動

気温

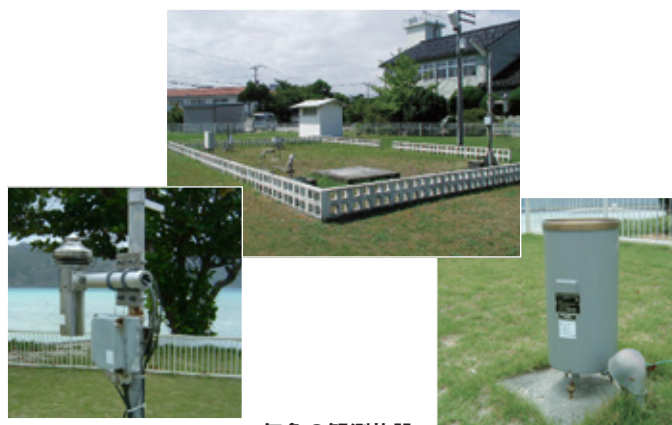
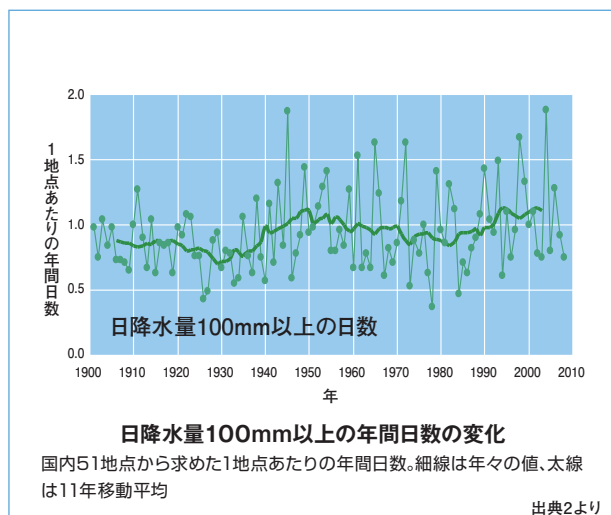
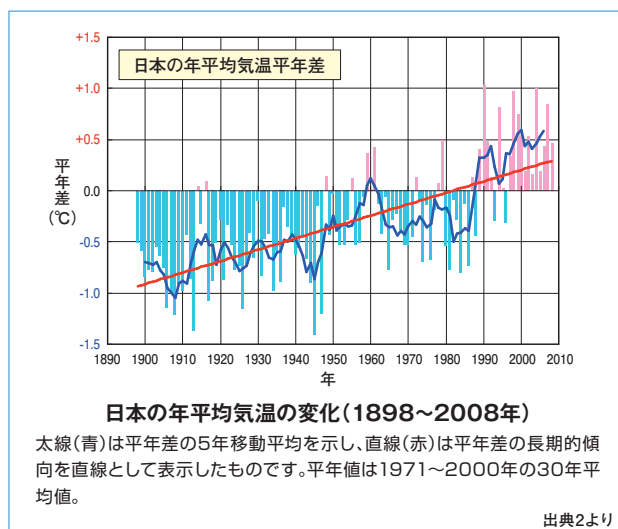
日本の平均気温は1898年以降100年あたり約1.1℃の割合で上昇しています。一方、世界の平均気温は100年あたり約0.7℃の割合で上昇しており、世界に比べて日本の方が上回っています。

気温の上昇とともに、熱帯夜や猛暑日の日数は増え、冬日の日数は減っています。

降水量

日本の年降水量には明瞭な増加傾向も減少傾向も認められませんが、年毎の変動が大きくなっています。

一方、1日に降る雨の量が100mm以上や200mm以上の大雨の日数は、長期的に増える傾向にあり、地球温暖化が影響している可能性があります。



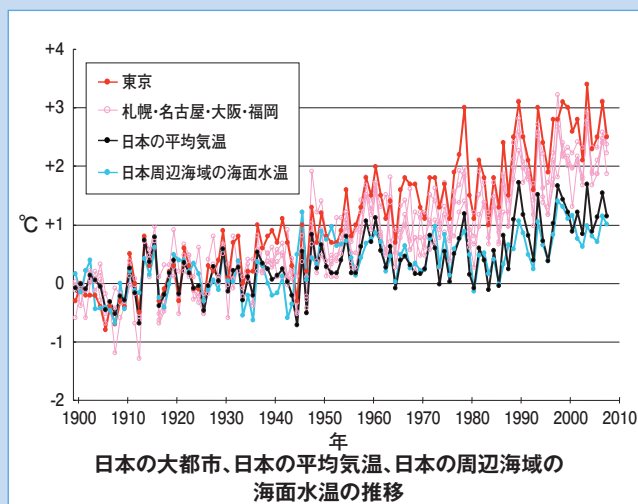
(左:温度計・湿度計、中:観測場所(露場)、右:雨量計)

ヒートアイランド現象と地球温暖化

都市における近年の気温上昇の原因として、地球温暖化以外に「ヒートアイランド現象」の影響があります。ヒートアイランド現象とは、都市の気温が、人口廃熱や地面がアスファルトなどに覆われることによる蓄熱、水の蒸発・蒸散の抑制により、郊外の気温よりも高くなる現象です。例えば、東京では100年当たり約3℃、その他の大都市でも2℃以上の上昇が見られます。

一方、地球温暖化の監視にはヒートアイランド現象の影響が少ない地点のデータを用いる必要があります。日本の平均気温を算出している17地点は、都市化による環境の変化が小さい地点として選ばれています。この17地点から求めた日本の平均気温の上昇傾向は、ヒートアイランド現象と無関係な日本周辺海域の海面水温と同程度となっていますので、地球温暖化や気候の自然変動を監視するのに適切であるといえます。

なお、IPCC AR4によれば世界平均気温に対するヒートアイランド現象の効果は無視できる(陸上で10年あたり、0.006℃未満、海上でゼロ)とされています。

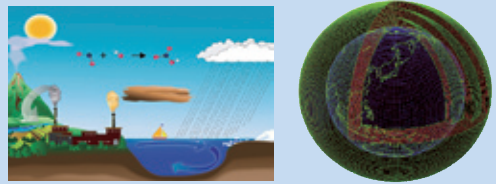


III 将来予測される気候変動

気温の予測

IPCC AR4で使われた複数の気候変動予測モデルによると、日本の平均気温上昇は、A2,A1B,B1シナリオでは、20世紀末(1980~1999年)から21世紀末(2090~2099年)までにそれぞれ4.0℃、3.2℃、2.1℃と予測され、いずれも世界平均気温上昇予測(3.4℃、2.8℃、1.8℃)を上回っています。また、気温の上昇に伴い、冬日の減少並びに真夏日、猛暑日及び熱帯夜の増加が予測されています。

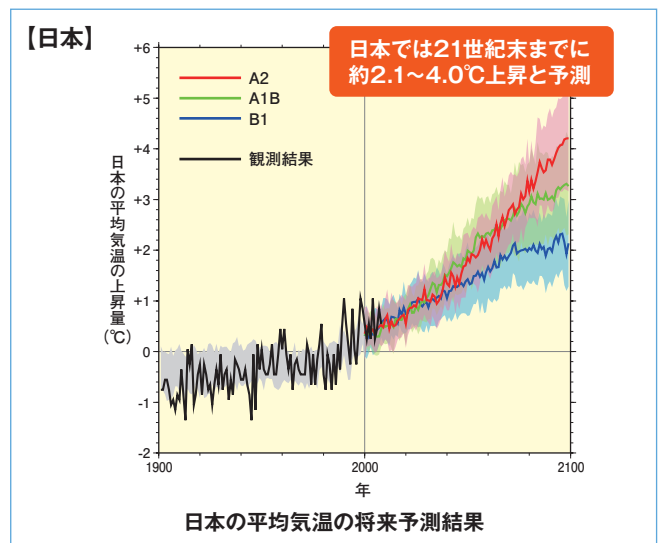
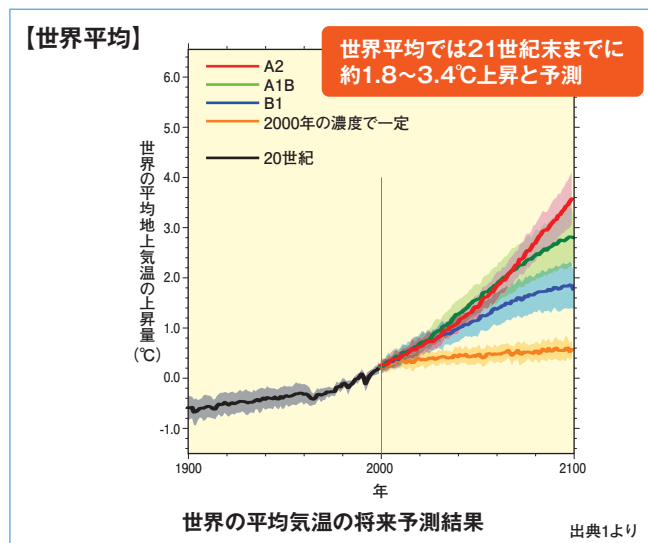
気候変動予測モデルによる気候変動シミュレーション
地球シミュレータなどのスーパーコンピューターを用いて、地球を細かく分割した点ごとに様々な物理法則に基づいて計算を行い、将来の気温や雨などの予測をしています。



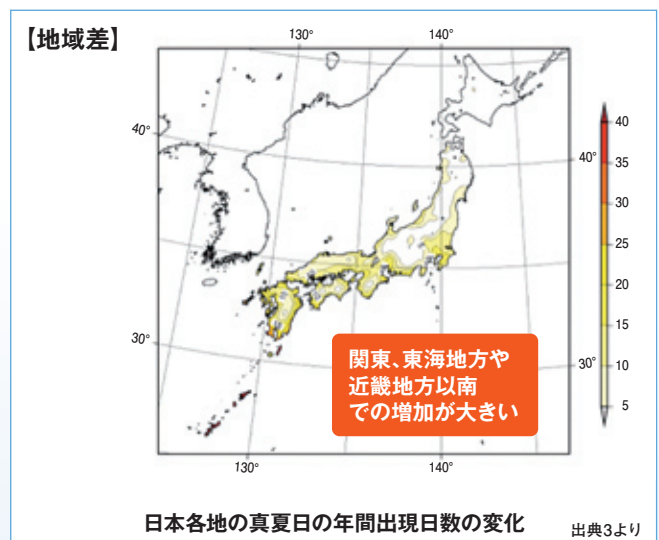
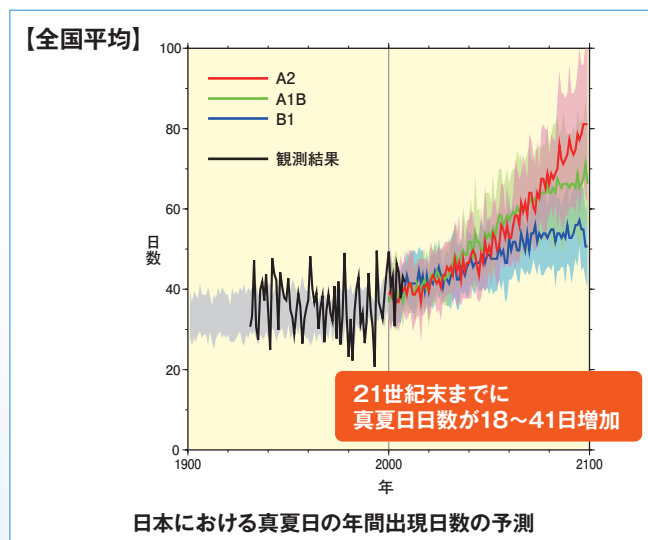
気候変動予測モデルで考慮される様々なプロセスと、スーパーコンピューターを用いた予測の概念図

左図: 出典1 より

世界と日本の平均気温上昇予測



真夏日日数の変化予測



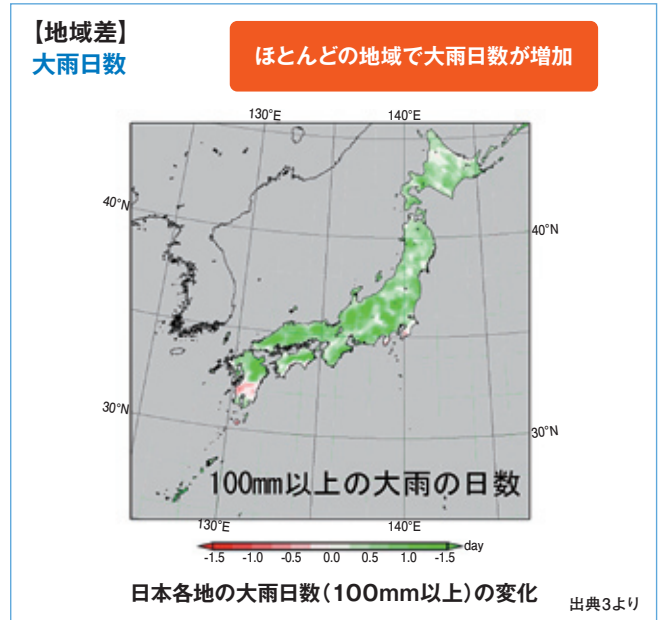
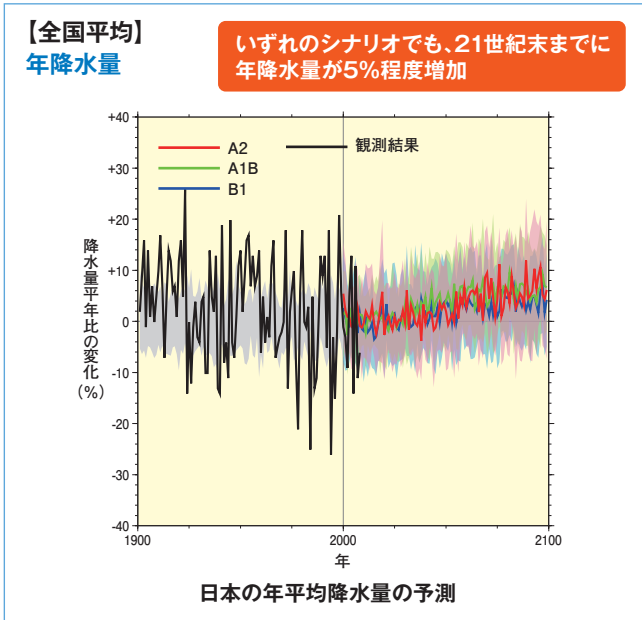
(注) 各予測結果について

- ※各グラフの陰影部は、再現値または予測値の不確実性の幅を表す。
- ※地域分布図は、地域気候モデル(RCM20)によるA2シナリオを用いた予測結果。2081~2100年の20年平均値と1981~2000年の20年平均値との差を示している。モデル・シナリオが異なると計算結果に違いが生じる可能性があることに注意。
- ※シナリオの概要は以下の通り。
- A2シナリオ：経済発展重視かつ地域の独自性が強まるシナリオ。
- A1Bシナリオ：経済発展重視かつ地域格差が縮小しグローバル化が進むシナリオ。各エネルギー源のバランス重視。
- B1シナリオ：環境の保全と、経済の発展を地球規模で両立するシナリオ。

日本の降水量の予測

日本の年降水量は、21世紀末には20世紀末に比べて平均的に5%程度増加すると予測されます。なお、降水量については、気温と比べ年々変動が大きいことに注意が必要です。

地球温暖化が進んだ場合、夏季の降水量と大雨の日数(100mm以上)が増加することが予測されています。



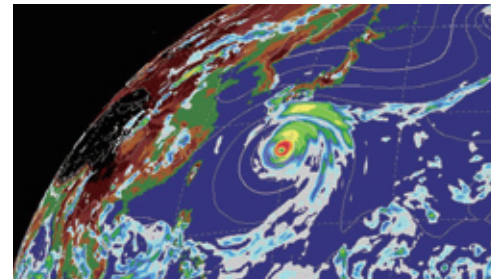
その他の予測

<台風<の予測>

地球温暖化に伴い、非常に強い台風の数が増えることが予想されています。

<海面水位の予測>

二酸化炭素濃度の増加に伴い、世界の平均海面水位は21世紀末には20世紀末に比べて、0.18~0.59m上昇すると予測されています。また、日本周辺の海域では世界平均に比べて、0.05~0.10m大きくなることが予測されていますが、周期的な変動による予測の不確実性を考慮する必要があります。



高解像度全球気候モデルによって再現された台風の例
水平解像度20kmの高解像度全球大気気候モデル(GCM20)によって再現された台風

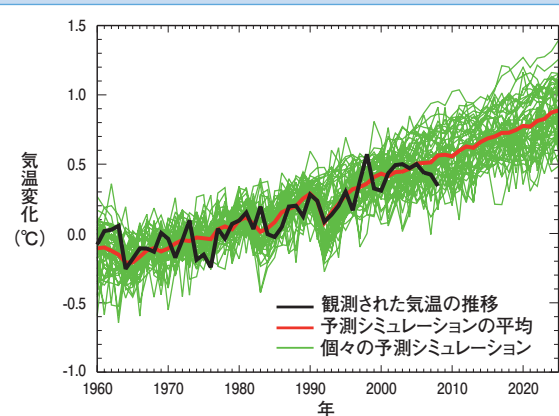
出典4より

気候変動の将来予測は信頼できるのか?

2008年の年平均気温が2007年、2006年に比べて低かったため、「地球温暖化は止まった」とか「気候変動の予測が外れた」との論調があります。

気温の変動には自然要因による数年から数十年の時間規模の上昇・下降があります。そのため、観測された気温は予測シミュレーションの平均値で示される単調な上昇傾向と食い違う場合があります。

しかしながら、この観測された気温の推移は、個々のシミュレーションの予測のばらつきの範囲内であることから、気候変動予測モデルにより予測された温暖化傾向から外れていないと言えます。



1960~2025年の気温変化の観測結果と予測シミュレーション
英国気象局ハドレーセンター作成の世界平均気温観測値(HadCRUT3)及びIPCC AR4で使われた複数の気候予測モデルのシミュレーション結果(世界気候計画の結合モデル比較プロジェクト(WCRP CMIP3)マルチモデルデータセット)をプロットしたもの。

IV 気候変動の影響と適応

気候変動の分野別影響

日本でも、気候変動の影響と考えられる現象が既に現れており、今後、広範な分野で様々な気候変動の影響、被害が発生すると予測されています。

これまでの研究成果をもとに、水環境・水資源、水災害・沿岸、自然生態系、食料、健康、国民生活・都市生活の各分野について、日本における将来の年平均気温上昇値(1981~2000年を基準)と、予測される気候変動の影響及び被害額の試算例をまとめました(右ページ図)。

【日本における気温上昇に応じて予測される影響・被害】

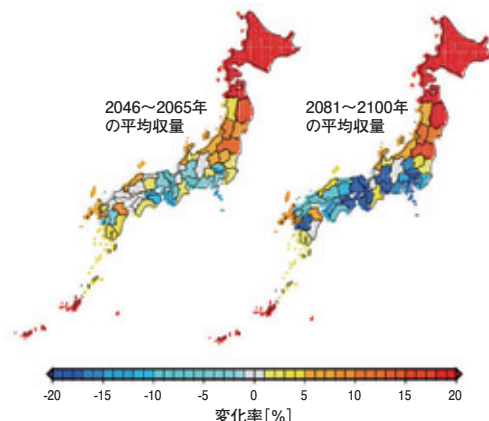
日本においても、例えば2℃程度の気温上昇でも、地域や分野によっては、気候変動の悪影響を被るおそれがあります。中にはコメ収量のように、2℃程度の気温上昇では全国的に見ると収量が増加するといった好影響もありますが、気温上昇が3℃を超えると収量が減少に転じるなど、気候変動の悪影響とその被害は、気温上昇に伴い増大することが予測されています。また、影響の現れ方には地域差があることから、今後は地域ごとの詳細な影響評価も重要となります。

気候変動の影響被害額の試算についての研究も進められています。試算例として、日本における平均気温上昇が3.2℃の場合(A1Bシナリオにおける21世紀末の予測値に相当)、洪水、土砂災害、ブナ林の適域の喪失、砂浜の喪失、西日本の高潮被害、熱ストレスによる死亡リスクの被害額試算の合計は、年あたり約17兆円と予測されています。

【日本における気温上昇に応じた影響】

気温上昇	予測される影響	地域
4.0℃	<ul style="list-style-type: none"> ・真夏日数が平均で41日増加 ・コメ収量が平均で5%減少 ・洪水はん濫面積が800km²増加、被害コストは1年あたり8.3兆円 ・高潮浸水人口及び浸水面積が、1年あたりそれぞれ44万人、207km²増加、被害コストは1年あたり7.4兆円 ・砂浜の47%が喪失 ・ブナ林の適域が68%減少 ・マツ枯れ危険域ではなかった地域の51%が新たに危険域に変化 ・熱ストレスによる死亡リスクが平均で3.7倍に増加 	全国 全国 全国 西日本 全国 全国 全国 全国
3.0℃	<ul style="list-style-type: none"> ・リンゴ栽培不適地に変化 ・サクラの開花時期が平均で2週間早まる ・真夏日数が平均で18日増加 	東北中部の平野や関東以南 全国 全国
2.0℃	<ul style="list-style-type: none"> ・コメ収量が平均で3%増加 ・洪水はん濫面積が700km²増加、被害コストは1年あたり4.9兆円 ・高潮浸水人口及び浸水面積が、1年あたりそれぞれ21万人、102km²増加、被害コストは1年あたり3.5兆円 ・砂浜の23%が喪失 ・熱ストレスによる死亡リスクが平均で2.2倍に増加 	全国 全国 西日本 全国 全国
1.0℃	<ul style="list-style-type: none"> ・ブナ林の適域が23%減少 ・マツ枯れ危険域ではなかった地域の16%が新たに危険域に変化 	全国 全国

*1981~2000年からの気温上昇に応じて予測される影響を整理。



コメの収量変化予測例

北日本では収量が増加するが、気候変動の進行に伴い、コメ収量が減少する地域が中国・九州地方にまで拡大する。出典5より



洪水被害の事例

平成20年8月豪雨の出水状況

出典6より



高潮被害の事例

出典7より



ブナ林の立ち枯れ

筑波山(茨城県)

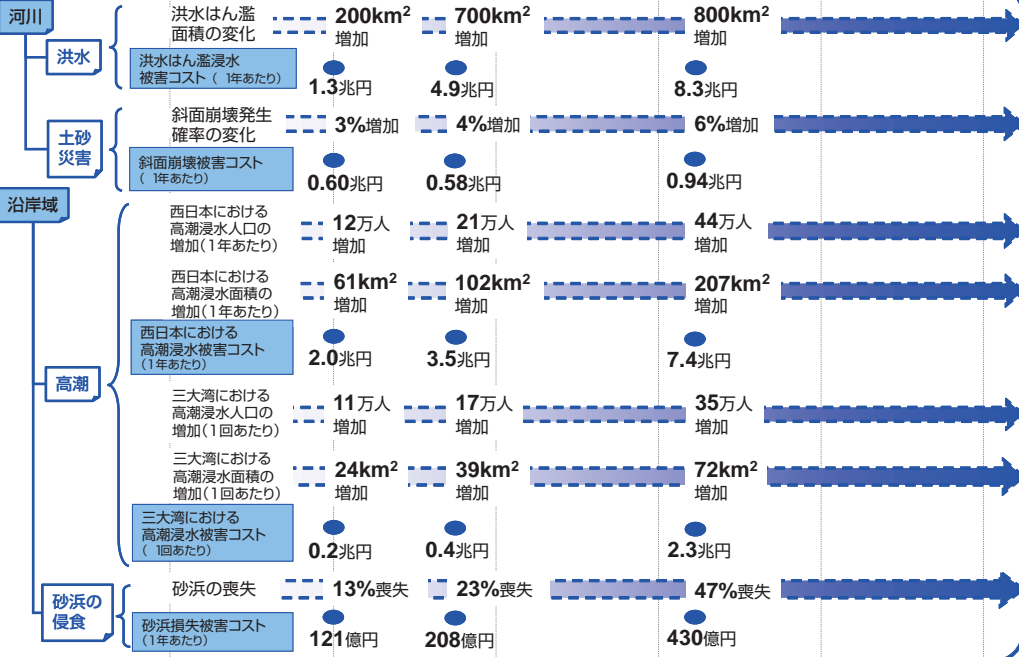
出典8より



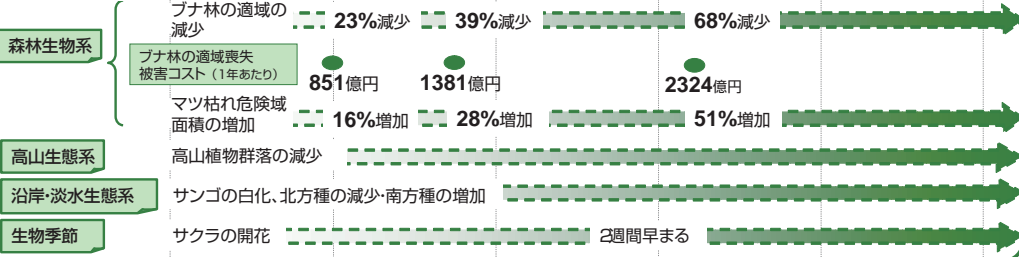
水環境・水資源



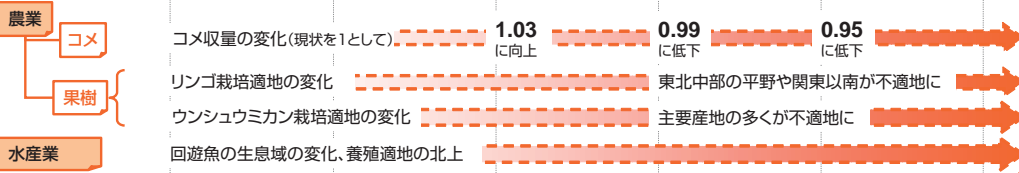
水災害・沿岸



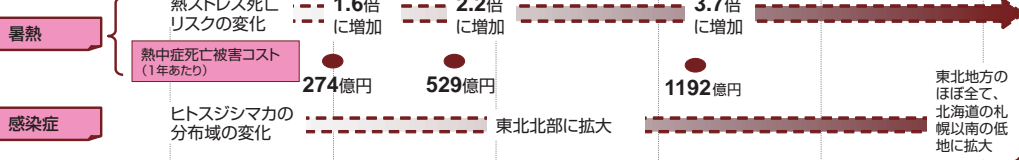
自然生態系



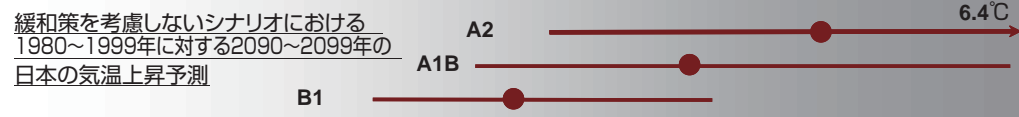
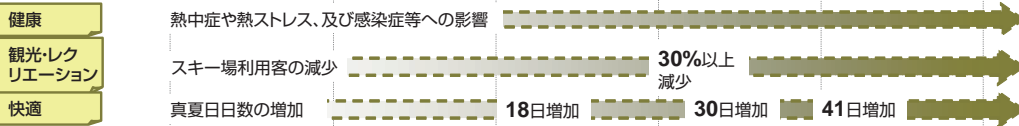
食料



健康



国民生活・都市生活



日本における気温上昇に応じた分野別影響

矢印は気温上昇に伴い影響が継続することを示す。文章の左端がその影響が開始めるおおよその気温上昇のレベルを示すように、事項の記述が配置されている。また、被害コスト試算については、特定の気温上昇レベルにおける試算例を示している。

出典9をもとに作成

将来の気候変動に対する適応

日本においても、今後国民生活に関係する様々な分野で気候変動の影響が一層増大すると予測されており、その影響に対処するためには、温室効果ガスの排出削減(緩和策)と併せて、人や社会、経済のシステムを調節することで気候変動の影響を軽減しようとする適応策の実施が必要です。

効果的・効率的な適応策の実施のためには、既存の政策分野や関連する諸計画の中に、気候変動に対する適応の視点を組み込むこと、また、影響予測の不確実性を考慮し常に一定の余裕を確保するような適応策の導入が求められます。

日本でも、気候変動への適応の視点を組み込んだ多くの取組を実施しており、今後は、これらの取組を強化するとともに、気候変動の緩和と適応の取組を組み合わせ、包括的に対策を進めていくことが重要です。



日本で既に実施されている適応の視点を組み込んだ取り組み例

水災害・沿岸分野

- 降水量増加に備えた河川改修や洪水調整施設整備
- 土地利用の規制・誘導と一体となった治水対策の推進
- 海面水位の上昇等に伴う港湾地域での災害リスクへの対応策 等

食料分野

- コメの高温障害対策(登熟期の高温を避けるための移植期の変更や品種改良等)
- 高温と強い日差しによる果樹(カンキツ類等)や野菜の着色不良を防止するための袋掛け(遮光)対策
- 高温耐性品種の導入 等

自然生態系分野

- 全国の多様な生態系のモニタリング
- 森林における病害虫の被害対策、森林保全対策 等

健康分野

- 熱中症の予防に向けた取り組み
- 感染症の媒介生物や感染症発生に関する監視・調査 等

参考文献

- 1 IPCC, 2007: IPCC第4次評価報告書
- 2 気象庁, 2009: 気候変動監視レポート2008
- 3 気象庁, 2005: 地球温暖化予測情報第6巻
- 4 気象庁・気象研究所・地球科学技術総合推進機構, 2007: 人・自然・地球共生プロジェクト平成18年度報告書
- 5 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム, 2008: 温暖化影響総合予測プロジェクト報告書「地球温暖化、日本への影響—最新の科学的知見—」
- 6 国土交通省中部地方整備局(写真提供)
- 7 国土交通省(写真提供)
- 8 田中信行・松井哲哉・八木橋勉・埴田宏, 2006: 天然林の分布を規定する気候要因と温暖化の影響予測: とくにブナ林について. 地球環境 11(1):11-20.
- 9 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム, 2009: 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム; 地球温暖化「日本への影響」—長期的な気候安定化レベルと影響リスク評価—
- 10 内閣府・文部科学省・厚生労働省・農林水産省・国土交通省・気象庁・環境省, 2009: 温暖化から日本を守る 適応への挑戦

※本報告書の図表・写真等の引用に際しては、使用にあたり許諾申請が必要なものもあります。

企画・監修／文部科学省 気象庁 環境省
 編集／(株)日水コン
 問い合わせ先／環境省 地球環境局